

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2002年11月19日

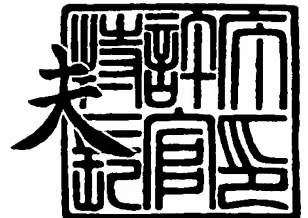
出願番号
Application Number: 特願2002-335551
[ST. 10/C]: [JP2002-335551]

出願人
Applicant(s): 株式会社デンソー
ミクロ電子株式会社


2003年 9月16日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井 康夫



出証番号 出証特2003-3075558



【書類名】 特許願

【整理番号】 NZ-79130

【提出日】 平成14年11月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 C04B 33/30

【発明の名称】 セラミック成形体の乾燥方法及び乾燥装置

【請求項の数】 14

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 石川 諭史

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 加藤 広己

【発明者】

 【住所又は居所】 愛知県刈谷市昭和町1丁目1番地 株式会社デンソー内

 【氏名】 後藤 章一

【発明者】

 【住所又は居所】 埼玉県川越市芳野台2丁目8番25号 ミクロ電子株式会社内

 【氏名】 美濃部 富男

【特許出願人】

 【識別番号】 000004260

 【氏名又は名称】 株式会社デンソー

【特許出願人】

 【識別番号】 000114031

 【氏名又は名称】 ミクロ電子株式会社

【代理人】

【識別番号】 100079142

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 祥泰

【選任した代理人】

【識別番号】 100110700

【弁理士】

【氏名又は名称】 岩倉 民芳

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 009276

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0105519

【ブルーの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 セラミック成形体の乾燥方法及び乾燥装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 セラミック成形体を収容する乾燥槽と、周波数 300MHz～300GHz 領域のマイクロ波を上記乾燥槽内に供給するマイクロ波発生器と、上記セラミック成形体を連続的に上記乾燥槽に送入し、該乾燥槽内を搬送して該乾燥槽から送出する搬送コンベアとを有するセラミック成形体の乾燥装置において、

上記乾燥槽には、上記搬送コンベアの搬送方向に複数のマイクロ波発生器と、上記乾燥槽内における上記セラミック成形体の分布を検知する検知装置とを配設してあり、

上記各マイクロ波発生器は、上記乾燥槽内の上記セラミック成形体の分布に応じて、出力を変更するよう構成してあることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 2】 請求項 1 において、上記乾燥槽の内部には、上記搬送コンベアによって搬送される上記セラミック成形体を通過させる開口部を有する隔壁によって、搬送方向において分割された複数の乾燥ブロックを形成してあり、


上記各乾燥ブロックに、1 台又は 2 台以上配設してある上記各マイクロ波発生器は、上記各乾燥ブロック内に存在するセラミック成形体の数量に応じて、出力を変更するよう構成してあることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 3】 請求項 1 において、上記乾燥槽の内周壁には、電波吸収体を形成してあり、

上記各マイクロ波発生器は、該各マイクロ波発生器から所定の範囲に存在するセラミック成形体の数量に応じて、出力を変更するよう構成してあることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 4】 請求項 1 において、上記セラミック成形体は、該セラミック成形体を載置する受け台に載置されて上記乾燥槽内を搬送されるように構成してあり、

少なくとも一部の上記受け台における、搬送方向側の端部又は搬送方向反対側



の端部のいずれか一方には、搬送方向に略直交する略平板形状を呈し、マイクロ波を反射する反射板を取り付けてあり、

上記各マイクロ波発生器は、上記乾燥槽内において隣接する上記反射板の間に形成された乾燥エリアに存在する上記セラミック成形体の数量に応じて、出力を変更するよう構成してあることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 5】 請求項 1～4 のいずれか 1 項において、上記マイクロ波発振器から上記乾燥槽内へマイクロ波を照射する照射口は、乾燥槽の内部における天井面及び底面に開口していることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 6】 請求項 5 において、上記照射口は、上記天井面及び上記底面における搬送方向に略直交する両端部に開口していることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 7】 請求項 1～4 のいずれか 1 項において、上記マイクロ波発振器から上記乾燥槽内へマイクロ波を照射する照射口は、乾燥槽の内部における搬送方向の両側面に開口してあることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 8】 請求項 7 において、上記照射口は、上記両側面における上端部及び下端部に開口していることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 9】 請求項 1～8 のいずれか 1 項において、上記セラミック成形体は、セル壁をハニカム状に配して多数のセルを設けたハニカム構造を有する成形体であることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置。

【請求項 10】 セラミック成形体を収容する乾燥槽と、該乾燥槽内において、搬送方向に複数配設された周波数 300 MHz～300 GHz 領域のマイクロ波を照射するマイクロ波発生器と、上記セラミック成形体を連続的に上記乾燥槽に送入し、該乾燥槽内を搬送して該乾燥槽から送出する搬送コンベアとを有する乾燥装置を用いて、該乾燥槽内を搬送される粘土質のハニカム成形体に、マイクロ波を照射して乾燥するに当たり、

上記乾燥槽内における上記セラミック成形体の分布に応じて、各マイクロ波発生器の出力を変更することを特徴とするセラミック成形体の乾燥方法。

【請求項 11】 請求項 10 において、上記乾燥槽は、上記乾燥槽内を搬送される上記セラミック成形体を通過させる開口部を有する隔壁によって、搬送方

向において分割された複数の乾燥ブロックを有しており、

上記各乾燥ブロックには、1台又は2台以上のマイクロ波発生器を配設してあり、

上記各乾燥ブロック内に存在するセラミック成形体の数量に応じて、上記各マイクロ波発生器の出力を変更することを特徴とするセラミック成形体の乾燥方法。

【請求項12】 請求項10において、上記乾燥槽の内周壁には、電波吸収体を形成してあり、

上記各マイクロ波発生器から所定の範囲に存在するセラミック成形体の数量に応じて、上記各マイクロ波発生器の出力を変更することを特徴とするセラミック成形体の乾燥方法。

【請求項13】 請求項10において、上記セラミック成形体を載置するための受け台に載置した状態で、上記セラミック成形体を上記乾燥槽に送入して、乾燥するに当たっては、

少なくとも一部の上記受け台における、搬送方向側の端部又は搬送方向反対側の端部のいずれか一方には、搬送方向に略直交する略平板形状を呈し、マイクロ波を反射する反射板を取り付けてあり、

上記乾燥槽内において、隣接する上記反射板の間に形成された乾燥エリアに存在する上記セラミック成形体の数量と、上記乾燥エリアにマイクロ波を供給する上記マイクロ波発生器の台数とに応じて、上記各マイクロ波発生器の出力を変更することを特徴とするセラミック成形体の乾燥方法。

【請求項14】 請求項13において、上記乾燥槽に上記セラミック成形体を送入するに当たっては、

上記乾燥槽内において、隣接する上記反射板の間隔は、上記乾燥槽における搬送方向に略等間隔に配設した上記マイクロ波発生器の間隔に対して、30%～200%の範囲となるよう上記セラミック成形体を送入することを特徴とするセラミック成形体の乾燥方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【技術分野】

本発明は、押出成形したセラミック成形体の乾燥方法、および乾燥装置に関する。

【0 0 0 2】**【従来技術】**

セラミックよりなるセラミック成形体を製造するに当たっては、粘土質のセラミック成形体を押出成形し、これを乾燥した後、焼成する。

セラミック成形体の乾燥装置としては、押出成形したセラミック成形体の搬送通路の一部を乾燥槽で被い、該乾燥槽内を搬送中のセラミック成形体にマイクロ波を照射して乾燥する装置がある（例えば、特許文献 1 参照。）。

【0 0 0 3】

この乾燥装置では、上記セラミック成形体の各部における歪みを生じさせることなく均一に乾燥するため、マイクロ波を均一かつ徐々に照射する必要がある。そのため、エネルギー密度を抑えたマイクロ波を長時間に渡って照射できるように、搬送方向に長い乾燥槽内に、複数のセラミック成形体を連続的に送入して、乾燥槽内を搬送しながら乾燥処理を実施するのが一般的である。

【0 0 0 4】**【特許文献 1】**

特開 2 0 0 0 - 4 4 3 2 6 号公報（「0 0 0 9」，第 2 図）

【0 0 0 5】**【解決しようとする課題】**

しかしながら、上記従来乾燥装置においては、次のような問題がある。すなわち、上記乾燥装置では、乾燥槽内におけるセラミック成形体の配置に粗密があると、各セラミック成形体に吸収されるマイクロ波の量が不均一になる。

特に、乾燥槽内のセラミック成形体の列に歯抜けがあると、その周辺のセラミック成形体が吸収するマイクロ波の量が増加して、過乾燥を生じるおそれがある。そこで、従来乾燥装置では、セラミック成形体を隙間なく連続的に乾燥槽に送入する必要があった。

【0 0 0 6】

特に、セルを仕切るセル壁をハニカム状に配置してなるハニカム構造を有するセラミック成形体の場合には、各セル壁の乾燥度合いの不均一による歪みを生じやすい。

したがって、押出成形を連続的に実施できない場合には、押出成形された粘土質のセラミック成形体を一時保管して一定数量を確保した後、上記乾燥装置に連続投入する必要がある。

【0 0 0 7】

本発明はかかる従来の問題点に鑑みてなされたもので、乾燥槽に送入されて、乾燥槽内を搬送される各セラミック成形体にマイクロ波を略均一に照射して、歪みの少ない良好な品質を維持しながらセラミック成形体を乾燥するための乾燥方法及び乾燥装置を提供しようとするものである。

【0 0 0 8】

【課題の解決手段】

第 1 の発明は、セラミック成形体を収容する乾燥槽と、周波数 3 0 0 M H z ～ 3 0 0 G H z 領域のマイクロ波を上記乾燥槽内に供給するマイクロ波発生器と、上記セラミック成形体を連続的に上記乾燥槽に送入し、該乾燥槽内を搬送して該乾燥槽から送出する搬送コンベアとを有するセラミック成形体の乾燥装置において、

上記乾燥槽には、上記搬送コンベアの搬送方向に複数のマイクロ波発生器と、上記乾燥槽内における上記セラミック成形体の分布を検知する検知装置とを配設してあり、

上記各マイクロ波発生器は、上記乾燥槽内の上記セラミック成形体の分布に応じて、出力を変更するよう構成してあることを特徴とするセラミック成形体の乾燥装置にある（請求項 1）。

【0 0 0 9】

上記第 1 の発明の乾燥装置においては、上記乾燥槽内における上記セラミック成形体の分布に応じて、上記乾燥槽に複数配設した各マイクロ波発生器の出力を制御するよう構成してある。

そのため、上記乾燥装置によれば、乾燥槽内のセラミック成形体に粗密を生じ

ても、各セラミック成形体に対して略均一にマイクロ波が照射されるように上記マイクロ波発生器の出力を制御することができ、各セラミック成形体を均一に近く乾燥することができる。したがって、押出成形直後のセラミック成形体の精度を良好に維持しながら乾燥して、その後の焼成により品質の高いセラミック成形体を作製できる。

【0010】

このように上記第1の発明によれば、乾燥槽に送入されて、乾燥槽内を搬送される各セラミック成形体にマイクロ波を均一に照射して、歪みの少ない良好な品質を有するセラミック成形体を作製するための乾燥装置を提供できる。

なお、マイクロ波発生器の出力の変更方法としては、マイクロ波照射密度を変更する方法や、例えば、デューティー制御により単位時間当たりのマイクロ波照射時間を変更する方法等が考えられる。

【0011】

また、上記検知装置としては、乾燥槽に送入されたセラミック成形体を検知する検知センサを乾燥槽の各所に設置しておくことができる。この場合には、乾燥槽内の各所に設置した検知センサにより、乾燥槽内におけるセラミック成形体の分布を直接的に検知できる。

【0012】

さらにまた、乾燥槽の入口に設置した検知センサにより上記検知装置を構成することもできる。この場合には、各セラミック成形体が乾燥槽内に送入されてからの経過時間と、搬送コンベアによる搬送速度とから乾燥槽内におけるセラミック成形体の分布を間接的に把握できる。

【0013】

第2の発明は、セラミック成形体を収容する乾燥槽と、該乾燥槽内において、搬送方向に複数配設された周波数300MHz～300GHz領域のマイクロ波を照射するマイクロ波発生器と、上記セラミック成形体を連続的に上記乾燥槽に送入し、該乾燥槽内を搬送して該乾燥槽から送出する搬送コンベアとを有する乾燥装置を用いて、該乾燥槽内を搬送される粘土質のハニカム成形体に、マイクロ波を照射して乾燥するに当たり、

上記乾燥槽内における上記セラミック成形体の分布に応じて、各マイクロ波発生器の出力を変更することを特徴とするセラミック成形体の乾燥方法にある（請求項10）。

【0014】

上記第2の発明においては、上記乾燥槽内における上記セラミック成形体の分布に応じて、上記乾燥槽における、搬送方向に複数配設した各マイクロ波発生器の出力を設定する。

そのため、上記乾燥方法によれば、乾燥槽内を搬送されるセラミック成形体の列に粗密があっても、各セラミック成形体を均一性高く乾燥することができる。したがって、押出成形直後のセラミック成形体の精度を良好に維持しながら、乾燥することができる。

【0015】

このように上記第2の発明によれば、乾燥槽に送入されて、乾燥槽内を搬送される各セラミック成形体にマイクロ波を均一に照射して、歪みの少ない良好な品質を維持しながらセラミック成形体を乾燥する乾燥方法を提供できる。

【0016】

【発明の実施の形態】

上記第1の発明においては、上記乾燥槽の内部には、上記搬送コンベアによって搬送される上記セラミック成形体を通過させる開口部を有する隔壁によって、搬送方向において分割された複数の乾燥ブロックを形成してあり、

上記各乾燥ブロックに、1台又は2台以上配設してある上記各マイクロ波発生器は、上記各乾燥ブロック内に存在するセラミック成形体の数量に応じて、出力を変更するよう構成してあることが好ましい（請求項2）。

【0017】

この場合には、固定配置された上記各乾燥ブロックにより、上記乾燥槽内を複数のゾーンに分割することができる。

そして、各乾燥ブロック内に存在する上記セラミック成形体の数量に応じて、上記各乾燥ブロックに配設した上記各マイクロ波発生器の出力を適切に設定することにより、全てのセラミック成形体に略均一にマイクロ波を照射することがで

きる。

【0018】

また、セラミック成形体を搬送するにつれて変化する上記乾燥ブロック内のセラミック成形体の数量に応じて、上記各乾燥ブロックに配設した各マイクロ波発生器の出力を適切に変更することにより、搬送中の各セラミック成形体に対して略一定の割合でマイクロ波を照射し続けることができる。

【0019】

したがって、搬送中のセラミック成形体の列に粗密があっても、過乾燥や未乾燥のセラミック成形体を生じることがない。

さらに、各セラミック成形体は、乾燥槽内を搬送される間、略一定にマイクロ波を照射される。そのため、セラミック成形体の乾燥を、略一定のスピードで進行させることができ、セラミック成形体における歪みが発生するおそれが少ない。

【0020】

さらに、マイクロ波を吸収する電波吸収体を、適宜、乾燥槽の内周面に配設すれば、隣接する乾燥ブロック間におけるマイクロ波の漏洩を低減して、上記第1の発明による効果をさらに高めることができる。

なお、あるセラミック成形体が、隣接する上記乾燥ブロックの一方から他方へ移り変わる遷移時において、このセラミック成形体の属する乾燥ブロックを判断するに当たっては、様々な判断手法が考えられる。

この判断手法としては、例えば、搬送方向の前方にある乾燥ブロックに、このセラミック成形体の全体が属したときに、該乾燥ブロックに存在するものとしてカウントすることができる。また、搬送方向の前方にある乾燥ブロックに、このセラミック成形体の一部が入ったときに、該乾燥ブロックに存在するものとしてカウントすることもできる。さらにまた、セラミックブロックにおける、隣接する乾燥ブロックに属する割合に応じて、双方の乾燥ブロックに属する数量としてカウントすることもできる。

【0021】

また、上記乾燥槽の内周壁には、電波吸収体を形成してあり、

上記各マイクロ波発生器は、該各マイクロ波発生器から所定の範囲に存在するセラミック成形体の数量に応じて、出力を変更するよう構成してあることが好ましい（請求項3）。

【0022】

この場合には、上記乾燥槽内の空間に物理的な隔壁等を設置することなく、上記各マイクロ波発生器によるマイクロ波の照射範囲を限定することができる。

そのため、乾燥槽や搬送コンベアに、隔壁や仕切り等の新たな部材を追加することなく、乾燥槽の内周壁に電波吸収体を配設するのみという簡単な構成により、上記第1の発明の乾燥装置を実現できる。

【0023】

そして、上記各マイクロ波発生器を基準にして所定の範囲に存在するセラミック成形体の数量に応じて各マイクロ波発生器の出力を設定することにより、各セラミック成形体を均一性高く乾燥することができる。乾燥槽内のセラミック成形体の列に粗密があっても、過乾燥や未乾燥を生じるおそれが少ない。

【0024】

マイクロ波発生器からの所定の範囲としては、マイクロ波の照射口の配置と、その発射角との関係から定められるマイクロ波の直接波が到達する範囲を、上記所定の範囲として設定することができる。

ここで、この所定の範囲の見積もり精度が高く、実際のマイクロ波発生器によるマイクロ波照射範囲に近似しているほど、各セラミック成形体を均一に近く乾燥することができる。

【0025】

また、上記セラミック成形体は、該セラミック成形体を載置する受け台に載置されて上記乾燥槽内を搬送されるように構成してあり、

少なくとも一部の上記受け台における、搬送方向側の端部又は搬送方向反対側の端部のいずれか一方には、搬送方向に略直交する略平板形状を呈し、マイクロ波を反射する反射板を取り付けてあり、

上記各マイクロ波発生器は、上記乾燥槽内において隣接する上記反射板の間に形成された乾燥エリアに存在する上記セラミック成形体の数量に応じて、出力を

変更するよう構成してあることが好ましい（請求項4）。

【0026】

この場合には、乾燥槽内において、隣接する上記反射板により、乾燥槽内を1又は2以上の乾燥エリアに分割することができる。この乾燥エリアは、請求項2における乾燥槽内を固定的に分割する上記乾燥ブロックとは相違して、搬送コンベアによる搬送動作に伴って乾燥槽内を移動するエリアである。

【0027】

そして、この乾燥エリアに存在するセラミック成形体の数量に応じて、該感応エリアにマイクロ波を照射するマイクロ波発生器の出力を設定することにより、乾燥槽内を搬送される各セラミック成形体を均一に近く乾燥できる。

また、乾燥エリアが乾燥槽内を移動するに応じて、各マイクロ波発生器の出力を設定変更することにより、各セラミック成形体に略一定の割合でマイクロ波を照射することができる。

【0028】

さらに、マイクロ波を吸収する電波吸収体を、適宜、乾燥槽の内周面に配設すれば、隣接する乾燥ブロック間におけるマイクロ波の漏洩を低減して、上記第1の発明による効果をさらに高めることができる。

なお、搬送コンベアによる搬送動作に伴って、あるマイクロ波発生器に対応する乾燥エリアが切り替わる時、このマイクロ波発生器がどちらの乾燥エリアにマイクロ波を供給しているかを判断するに当たっては、様々な判断手法が考えられる。

【0029】

この判断手法としては、例えば、搬送方向の前方にある反射板が、このマイクロ波発生器による照射範囲に到達したとき、この反射板の後方にある乾燥エリアにマイクロ波を供給していると判断することができる。また、搬送方向の前方にある反射板が、このマイクロ波発生器の照射範囲を通り過ぎたとき、この反射板の後方にある乾燥エリアにマイクロ波を供給すると判断することもできる。さらにまた、搬送方向の前方にある反射板が、このマイクロ波発生器の照射範囲を通過中には、反射板が照射範囲を分割する割合に応じて、この反射板の前後にある

乾燥エリア双方にマイクロ波を供給すると判断することもできる。

【0030】

また、上記マイクロ波発振器から上記乾燥槽内へマイクロ波を照射する照射口は、乾燥槽の内部における天井面及び底面に開口していることが好ましい（請求項5）。

この場合には、各セラミック成形体に対して、マイクロ波を上方及び下方から照射して、各セラミック成形体における上部及び下部の照射むらを少なく、乾燥することができる。

【0031】

また、上記照射口は、上記天井面及び上記底面における搬送方向に略直交する両端部に開口していることが好ましい（請求項6）。

この場合には、各セラミック成形体に対して、その搬送方向両側の上方及び下方からマイクロ波を照射して、各セラミック成形体における全体を均等に近く乾燥できる。

【0032】

また、上記マイクロ波発振器から上記乾燥槽内へマイクロ波を照射する照射口は、乾燥槽の内部における搬送方向の両側面に開口してあることが好ましい（請求項7）。

この場合には、各セラミック成形体に対して、その搬送方向両側からマイクロ波を照射して、各セラミック成形体における両側部をむらなく乾燥できる。

【0033】

また、上記照射口は、上記両側面における上端部及び下端部に開口していることが好ましい（請求項8）。

この場合には、各セラミック成形体に対して、搬送方向両側の上方及び下方からマイクロ波を照射して、各セラミック成形体の全体を、均等に近く乾燥することができる。

【0034】

また、上記セラミック成形体は、セル壁をハニカム状に配して多数のセルを設けたハニカム構造を有する成形体であることが好ましい（請求項9）。

この場合には、乾燥する際、セラミック成形体に歪み等を生じやすく、上記第 1 の発明による作用効果が特に有効である。

【0035】

上記第 2 の発明においては、上記乾燥槽は、上記乾燥槽内を搬送される上記セラミック成形体を通過させる開口部を有する隔壁によって、搬送方向において分割された複数の乾燥ブロックを有しており、

上記各乾燥ブロックには、1 台又は 2 台以上のマイクロ波発生器を配設しており、

上記各乾燥ブロック内に存在するセラミック成形体の数量に応じて、上記各マイクロ波発生器の出力を変更することが好ましい（請求項 11）。

【0036】

この場合には、上記乾燥槽内において、固定配置された各乾燥ブロック内に存在する上記セラミック成形体の数量に応じて、上記各乾燥ブロックに配設した上記各マイクロ波発生器の出力を適切に設定することにより、全てのセラミック成形体に略均一にマイクロ波を照射することができる。

したがって、押出成形されたセラミック成形体の精度を高く維持しながら乾燥して、高品質のセラミック成形体を製造することができる。

【0037】

また、上記乾燥槽の内周壁には、電波吸収体を形成してあり、

上記各マイクロ波発生器から所定の範囲に存在するセラミック成形体の数量に応じて、上記各マイクロ波発生器の出力を変更することが好ましい（請求項 12）。

【0038】

この場合には、上記乾燥槽内の空間に物理的な隔壁等を設置することなく、上記各マイクロ波発生器によるマイクロ波の照射範囲を限定することができる。

そして、上記各マイクロ波発生器から所定の範囲に存在するセラミック成形体の数量に応じて各マイクロ波発生器の出力を設定することにより、各セラミック成形体を均一性高く乾燥することができる。乾燥槽内のセラミック成形体の列に粗密があっても、過乾燥や未乾燥を生じるおそれが少ない。

【 0 0 3 9 】

マイクロ波発生器から所定の範囲としては、マイクロ波の発射口の配置と、その発射角との関係から定められる直接波であるマイクロ波が到達する範囲を、上記所定の範囲として設定することができる。

ここで、この所定の範囲の見積もり精度が高く、実際のマイクロ波発生器によるマイクロ波照射範囲に近いほど、各セラミック成形体を均一に近く乾燥することができる。

【 0 0 4 0 】

また、上記セラミック成形体を載置するための受け台に載置した状態で、上記セラミック成形体を上記乾燥槽に送入して、乾燥するに当たっては、

少なくとも一部の上記受け台における、搬送方向側の端部又は搬送方向反対側の端部のいずれか一方には、搬送方向に略直交する略平板形状を呈し、マイクロ波を反射する反射板を取り付けてあり、

上記乾燥槽内において、隣接する上記反射板の間に形成された乾燥エリアに存在する上記セラミック成形体の数量と、上記乾燥エリアにマイクロ波を供給する上記マイクロ波発生器の台数とに応じて、上記各マイクロ波発生器の出力を変更することが好ましい（請求項 1 3）。

【 0 0 4 1 】

この場合には、乾燥槽内において、隣接する上記反射板間に形成された乾燥エリアに存在するセラミック成形体の数量に応じて、該乾燥エリアにマイクロ波を照射するマイクロ波発生器の出力を設定することにより、乾燥槽内の各セラミック成形体を略均一に乾燥できる。

また、乾燥エリアが乾燥槽内を移動するに応じて、各マイクロ波発生器の出力を設定変更することにより、各セラミック成形体に略一定の割合でマイクロ波を照射し続けることができる。

【 0 0 4 2 】

なお、搬送方向における、あるマイクロ波発生器の配設位置に上記反射板が位置し、このマイクロ波発生器がマイクロ波を供給する乾燥エリアが移り変わる時、このマイクロ波発生器がどちらの乾燥エリアにマイクロ波を供給するものかを

判断するに当たっては、様々な判断手法が考えられる。

【 0 0 4 3 】

この判断手法としては、例えば、搬送方向の前方にある反射板が、このマイクロ波発生器に差しかったとき、この反射板の後方にある乾燥エリアにマイクロ波を供給すると判断することができる。また、搬送方向の前方にある反射板が、このマイクロ波発生器の位置を通り過ぎたとき、この反射板の後方にある乾燥エリアにマイクロ波を供給すると判断することもできる。さらにまた、搬送方向の前方にある反射板が、このマイクロ波発生器の位置を通過中には、この反射板の前後にある乾燥エリア双方にマイクロ波を供給すると判断することもできる。

【 0 0 4 4 】

また、上記乾燥槽に上記セラミック成形体を送入するに当たっては、

上記乾燥槽内において、隣接する上記反射板の間隔は、上記乾燥槽における搬送方向に略等間隔に配設した上記マイクロ波発生器の間隔に対して、30%～200%の範囲となるよう上記セラミック成形体を送入することが好ましい（請求項14）。

この場合には、各乾燥エリアに、適切にマイクロ波を照射して、各乾燥エリア内の各セラミック成形体を均一性高く乾燥することができる。

【 0 0 4 5 】

一方、乾燥槽内において、隣接する上記反射板の間隔が、マイクロ波発生器の間隔に対して200%を超えて乾燥エリアの搬送方向の長さが長大になると、該乾燥エリア内でのセラミック成形体の粗密に起因して、同一乾燥エリアにある各セラミック成形体に照射されるマイクロ波の照射量が不均一となるおそれがある。

【 0 0 4 6 】

乾燥槽内において、隣接する上記反射板の間隔が、マイクロ波発生器の間隔に対して30%未満であると、この乾燥エリアが、隣接するマイクロ波発生器の間に位置して、いずれのマイクロ波発生器からもマイクロ波を供給されない時間が長くなるおそれがある。

【 0 0 4 7 】

【実施例】**(実施例 1)**

本発明の実施例であるセラミック成形体の乾燥装置について、図 1～図 5 を用いて説明する。

本例の乾燥装置 1 は、図 2 に示すごとく、セラミック成形体 8 (図 4 参照) を収容する乾燥槽 10 と、周波数 300 MHz～300 GHz 領域のマイクロ波を乾燥槽 10 内に供給するマイクロ波発生器 20 と、セラミック成形体 8 を連続的に乾燥槽 10 に送入し、該乾燥槽 10 内を搬送して送出する搬送コンベア 30 とを有している。

【0048】

そして、上記乾燥槽 10 には、搬送コンベア 30 の搬送方向に複数のマイクロ波発生器 20 と、乾燥槽 10 内におけるセラミック成形体 8 の分布を検知する検知センサ 40 とを配設してある。

各マイクロ波発生器 20 は、検知センサ 40 によって検知されたセラミック成形体 8 の分布に応じて、各マイクロ波発生器 20 の出力を変更するよう構成してある。

以下、この内容について詳しく説明する。

【0049】

本例において押出成形するセラミック成形体 8 は、図 4 に示すごとく、自動車の排ガス浄化装置の触媒担体として用いるハニカム構造を有するセラミック製のハニカム成形体である。

このハニカム構造のセラミック成形体 8 は、セラミックよりなる隔壁 81 により仕切られた多数のセル 88 を有すると共に、略円筒形状の外形を有している。

【0050】

特に、本例のセラミック成形体 8 は、図 4 に示すごとく、その浄化性能を高く維持しながら、ハニカム成形体としての排ガス流通抵抗を抑制するため、150 μ m 以下の薄い隔壁 81 よりなる直径 300 mm 以下の成形体としてある。また、セラミック成形体 8 の軸方向の長さは、1000 mm 以下である。

【0051】

本例のセラミック成形体 8 を作製する製造装置 7 は、図 1 に示すごとく、上記乾燥装置 1 のほか、棒状に伸びるハニカム成形体である棒状セラミック成形体 8 2 を押出成形する押出成形機 7 5 と、押出成形された棒状セラミック成形体 8 2 からセラミック成形体 8 を切り出す切断装置 7 1 と、乾燥したセラミック成形体 8 を焼成する焼成装置（図示略）とを含む。

【0052】

上記押出成形機 7 5 は、図 3 に示すごとく、2 段のスクリュウ押出機 7 5 1、7 5 2 を有している。この押出成形機 7 5 は、上段部のスクリュウ押出機 7 5 1 に供給したセラミック材料 8 0 を、混練して前進させ、濾過部 7 5 3 を介してさらに下段部のスクリュウ押出機 7 5 2 に供給できるよう構成してある。

なお、押出成形機 7 5 におけるスクリュウ押出機は、3 段以上に増やすこともできるし、1 段のみで構成する場合もある。

【0053】

押出成形機 7 5 における下段部には、図 3 に示すごとく、セラミック材料 8 0 を押出成形する成形型 7 5 4 と、該成形型 7 5 4 にセラミック材料 8 0 を供給するスクリュウ押出機 7 5 2 と、該スクリュウ押出機 7 5 2 の出口においてセラミック材料 8 0 を濾過する濾過装置 7 5 5 とを配設してある。

【0054】

成形型 7 5 4 は、図 3 に示すごとく、供給されたセラミック材料 8 0 を、棒状セラミック成形体 8 2 として成形するための型である。この成形型 7 5 4 とスクリュウ押出機 7 5 2 との間には、断面略円形状を呈する貫通中空部を有し、スクリュウ押出機 7 5 2 側から成形型 7 5 4 側へ向けて内径が徐々に縮径する抵抗管 7 5 6 を配設してある。

【0055】

濾過装置 7 5 5 は、図 3 に示すごとく、濾過網 7 5 7 と、これを支持する支持体 7 5 8 とよりなる。支持体 7 5 8 は、金属よりなる部材であって、セラミック材料 8 0 を通過させるための貫通穴を多数設けてある。濾過網 7 5 7 は、ステンレス製の細線を編み込み、細かい編み目を形成してメッシュ状としてある。

【0056】

スクリー押出機 752 としては、図 3 に示すごとく、貫通中空部を有するスクリーハウジング 759 に、押出スクリー 750 を内蔵してある。

この押出スクリー 750 としては、回転するスクリー軸の外周面に、1 条の加圧リードをらせん状に形成してある。この加圧リードは、セラミック材料 80 を加圧し、混練しながら成形型 754 に向けて前進させるように構成してある。

【0057】

上記切断装置 71 は、図 1 に示すごとく、棒状セラミック成形体 82 の軸方向に対して略直交し、かつ、水平方向に張られた図示しない切断用ワイヤを有している。そして、切断用ワイヤは、そのワイヤ方向の進退動作を繰り返すと共に、鉛直方向下方に並進して棒状セラミック成形体 82 を切断するように構成してある。

本例では、押出成形機 75 から押し出される棒状セラミック成形体 82 から軸方向長さ 1000 mm 以下のセラミック成形体を切り出せるよう、切断装置 71 を構成した。

【0058】

上記乾燥装置 1 は、図 2 に示すごとく、粘土質のセラミック成形体 8 を最大 50 個収容する乾燥槽 10 に、搬送方向に 10 基のマイクロ波発生器 20 を配置したものである。この乾燥装置 1 では、セラミック成形体 8 を搬送する搬送コンベア 30 を取り囲むように、乾燥槽 10 を形成してある。

【0059】

搬送コンベア 30 としては、図 2 に示すごとく、搬送方向の両端に配置された 2 機の回転ローラ 325 と、ベルトの水平を保持する複数のレベルローラ 327 とに、無端ループ状のベルト 320 を渡してある。

上記回転ローラ 325 及びレベルローラ 327 は、棒状セラミック成形体 82 の押出成形方向に略直交し、かつ、図示しない床面に水平な回転軸を有している。図示しない回転モータに接続された回転ローラ 325 は、その回転トルクをベルト 320 に伝達して、ベルト 320 の搬送面 323 に載置した受け台 320 を、棒状セラミック成形体 82 の押出方向に前進するように構成してある。

【0060】

上記受け台310は、図2に示すごとく、粘土質のセラミック成形体8の外周面に沿うように、その断面形状は凹形状を呈している。本例では、ポリウレタン樹脂によるスポンジ状多孔質の低吸水性素材より受け台310を作製した。また、受け台110の軸方向の長さは80～980mmとしてある。

【0061】

ここで、スポンジ状多孔質の素材を用いるのは、乾燥装置1におけるセラミック成形体8に含有される水分の飛散が阻害されないためである。また、受け台310の断面形状を、セラミック成形体8の外周面に沿うように形成したのは、両者間の接触面積を広くして接触面圧を低下させ、セラミック成形体8の変形を低減するためである。

【0062】

なお、参考までに、受け台310の材質としては、マイクロ波加熱による温度上昇が、セラミック成形体8自体の温度上昇よりも低いものであれば、他の材質を適用することができる。具体的には、受け台310の材料としては、マイクロ波に対する損失係数（比誘電率とタンデルタとの積）が、セラミック材料80の損失係数よりも小さいものが適切である。損失係数が小さいほど、マイクロ波加熱時の温度上昇が抑制されるため、セラミック成形体8の温度よりも受け台310の温度を低く保つことができるからである。

本例で適用したポリウレタン樹脂の他、メラミン樹脂、テフロン（登録商標）樹脂、マイカ樹脂、アルミナ樹脂、ポリエチレン樹脂、シリコン樹脂等を利用できる。

【0063】

上記乾燥槽10は、断面略矩形の筒形状を呈しており、その筒形状の内部には搬送コンベア30が貫通している。そして、その両端面には、送入側の壁面101及び送出側の壁面109を形成してある。これらの壁面101、109には、搬送コンベア30を貫通させると共に、該搬送コンベア30に載置したセラミック成形体8を通過させるための開口穴として、略同形状の入口開口穴102と出口開口穴108とを形成してある。

【0064】

また、入口開口穴102及び出口開口穴108には、それぞれ入口開口穴102及び出口開口穴108の形状と略同一の断面形状を呈する筒状のダクト105を延設してある。そして、このダクト105の内壁面に配設された電波吸収材は、乾燥槽10内部から外部へ向かうマイクロ波の漏洩を低減できるように構成してある。

【0065】

乾燥槽10の内部には、搬送コンベア30の搬送方向に略直交する隔壁110を配設してある。この隔壁110には、上記入口開口穴102及び出口開口穴108と略同形状の開口部111を形成してあると共に、その外周縁が乾燥槽10の内壁面に隙間なく沿うように形成してある。

【0066】

本例では、乾燥槽10内に、搬送方向における等間隔に4枚の隔壁110を配設してある。この隔壁110により、乾燥槽10内部には、入口側の第1乾燥ブロックから出口側の第5乾燥ブロックまで、5カ所の乾燥ブロック130が形成されている。本例では、各乾燥ブロック130の搬送方向の長さを、それぞれLbとしてある。

なお、各乾燥ブロック130の搬送方向の長さは、互いに異なっても良い。各乾燥ブロック130の乾燥槽内における位置が把握されていれば、後述する本例の制御方法（図5参照）により各マイクロ波発生器20を適切に制御できる。

【0067】

また、各乾燥ブロック130には、図2に示すごとく、それぞれ2基のマイクロ波発生器20を配設してある。後述する制御装置と接続された各マイクロ波発生器20は、該制御装置からの制御信号に基づいてマイクロ波を照射するように構成されている。

本例では、各乾燥ブロック130には、搬送方向に並ぶ2基のマイクロ波発生器20を配置してある。そして、各マイクロ波発生器20は、乾燥槽10の上側の内壁面に配設した照射口210からマイクロ波を照射するように構成してある。

。

【0068】

乾燥槽 10 の入口における、搬送方向に略直交する方向の両側には、光電管式の検知センサ 40 を構成する発光部と受光部とを配置してある。そして、この検知センサ 40 は、発光部から受光部に向けて発光した赤外線の影響により、セラミック成形体 8 が乾燥槽 10 へ送入されたことを検知できるように構成してある。

。

【0069】

制御装置（図示略）は、検知センサ 40 やマイクロ波発生器 20 等の外部装置との信号のやりとりを行う I/O と、検知センサ 40 の検知信号等を格納する RAM と、計算プログラム等を格納した ROM と、計算プログラムを実行する CPU とからなる。

【0070】

I/O は、検知センサ 40 の検知信号と、搬送コンベア 30 の搬送速度データとを入力すると共に、各マイクロ波発生器 20 への制御信号を出力するように構成してある。

そして、CPU は、検知センサ 40 の検知信号を基にして作製する後述の送入データと、搬送コンベア 30 の搬送速度とに基づいて、各乾燥ブロック 130 に属するセラミック成形体 8 の数量を算出するよう構成してある。さらに、CPU は、各乾燥ブロック 130 のセラミック成形体 8 の数量に応じて各マイクロ波発生器 20 の適切な出力値を算出し、各マイクロ波発生器 20 に制御信号を出力するよう構成してある。

【0071】

なお、本例の制御装置は、検知センサ 40 の検知信号を入力して、乾燥槽 10 内のセラミック成形体 8 の分布を算出するという検知装置としての役割と、各マイクロ波発生器 20 の出力を適切に制御するという制御装置としての役割とを兼用する装置である。

【0072】

さらに、図示しない上記焼成装置は、所定の焼成温度により、上記乾燥された

セラミック成形体 8 を焼成できるように構成してある。

また、図示しない上記端面加工装置は、焼成したセラミック成形体 8 を固定するためのチャックと、チャックされたセラミック成形体 8 の軸方向に対して実質的に直交する方向に走行する切断用ワイヤとを有している。そして、切断用ワイヤは、セラミック成形体 8 の端面を切り落として、最終製品としてのセラミック成形体 8 を作製できるように構成してある。

【0073】

次に、以上のごとく構成された製造装置 7 によるセラミック成形体 8 の作製方法について説明する。

本例の押出成形機 75 により、棒状セラミック成形体 82 を押出成形するには、図 1 に示すごとく、まず、上段にあるスクリュウ押出機 751 により混練したセラミック材料 80 を、下段のスクリュウ押出機 752 の上流側に投入する。そして、押出スクリュウ 750 によって加圧したセラミック材料 80 を、成形型 754 に向けて前進させる。そして、成形型 754 にセラミック材料 80 を供給して、粘土質の棒状セラミック成形体 82 を押出成形する。

【0074】

次に、図 1 に示すごとく、切断装置 71 により、この棒状セラミック成形体 82 を切断して、軸方向の長さ 1000 mm 以下のセラミック成形体 8 を切り出す。そしてその後、受け台 310 に載置した粘土質のセラミック成形体 8 を、乾燥装置 1 の搬送コンベア 30 上に載置して順次、搬送する。

【0075】

搬送コンベア 30 に載置されたセラミック成形体 8 は、図 2 に示すごとく、順次、乾燥槽 10 内へ送入され、乾燥槽 10 内を搬送される。このとき、乾燥槽 10 の入口に設置された検知センサ 40 は、セラミック成形体 8 の有無を検知して「有り」か「無し」かいずれかの検知信号を出力する。

【0076】

一方、制御装置は、検知センサから「有り」の検知信号を入力すると同時に、そのときの時刻を、順次、RAM に格納する。このようにして、乾燥槽 10 内へ、セラミック成形体 8 が送入されてきた時刻の履歴データである送入データを R

AM内に作製する。

【0077】

また、制御装置のCPUは、搬送コンベア30による搬送速度(m/秒)を基にして送入データを処理し、現在時刻における乾燥槽10内のセラミック成形体8の分布を計算する。そして、各乾燥ブロック130に含まれるセラミック成形体8の数量を算出する。

【0078】

さらに、制御装置は、I/Oを介して、各乾燥ブロック130に配置した各マイクロ波発生器20に、それぞれセラミック成形体8の数量に比例した出力値を送信する。そして、各マイクロ波発生器20を、その出力値に設定して、各乾燥ブロック130に所定量のマイクロ波を供給する。

【0079】

本例では、図5に示すフローチャートに基づいて、送入データに基づいて各乾燥ブロック130のセラミック成形体8の数量を算出し、その数量に応じて各マイクロ波発生器20を運転する一連の動作を実施した。

このフローチャートによる処理手順では、まず、S110ステップにおいて、搬送コンベア30の搬送速度 v (m/秒)を判定する。搬送コンベア30が停止していれば、S115ステップにおいて、各乾燥ブロック130に設置されたマイクロ波発生器20の出力であるB1__OUT~B5__OUTをゼロに設定してプログラムを終了する。

【0080】

ここで、B1__OUTは、第1乾燥ブロックに設置した各マイクロ波発生器20の設定出力を示しており、同様にB2__OUT~B5__OUTはそれぞれ、第2乾燥ブロック~第5乾燥ブロックに設置した各マイクロ波発生器20の設定出力を示している。

【0081】

一方、搬送コンベア30が動作している場合には、S110ステップにおいて、乾燥槽10における、成形型754側から搬送方向に並ぶ第1乾燥ブロック~乾燥5乾燥ブロック内のセラミック成形体8の数量を示す変数B1~B5と、乾

乾燥槽 10 内のセラミック成形体 8 の計数カウンターである変数 i とを初期値にリセットする。本例では、変数 $B1 \sim B5$ 及び、変数 i の初期値をゼロとしてある。

【0082】

そして、S130 ステップでは、変数 i をカウントアップすると共に、カウントアップした変数 i と、乾燥槽内のセラミック成形体の最大収容数を表す定数 SUM との関係を判断する。ここでは、変数 i が定数 SUM を超えるまで、S140 から始まる一連の計算処理を繰り返し実施する。この一連の計算処理では、現時点から遡って第 i 番目に送入されたセラミック成形体 8 の属する乾燥ブロック 130 を特定し、その乾燥ブロック 130 内のセラミック成形体 8 の数量である変数 $B1 \sim B5$ のいずれかを積算する。

【0083】

一方、変数 i が定数 SUM を超えた場合には、S135 ステップに移行して、各乾燥ブロック 130 内のセラミック成形体 8 の数量 $B1 \sim B5$ に応じて、各マイクロ波発生器 20 の出力値を、 $B1_OUT \sim B5_OUT$ に設定する。本例では、マイクロ波発生器 20 の出力値は、セラミック成形体 8 の数量に定数 K を乗じて算出した。

なお、ここで、定数 K は、各乾燥ブロック 130 内に 1 個のセラミック成形体 8 があるときの、この乾燥ブロック 130 に設置された各マイクロ波発生器 20 の適正な出力値を実験的に求めた値である。

【0084】

一方、上記 S140 ステップでは、制御装置の RAM 内の送入データを参照して、現時点の時刻 T_{now} (秒) から遡ること、第 i 番目のセラミック成形体 8 が乾燥槽に送入された時刻 T_i (秒) を読みとる。そして、時間 T_{now} と T_i との差分に、搬送コンベア 30 の搬送速度 v (m/秒) を乗じて、第 i 番目のセラミック成形体 8 について、乾燥槽 10 内における位置、すなわち、検知センサ 40 の位置からの搬送方向の距離を表す L_i (m) を計算する。

【0085】

さらに、S150 ステップにおいては、セラミック成形体 8 の位置 L_i (m)

と、各乾燥ブロック130の境界位置(0, Lb, 2Lb, 3Lb, 4Lb, 5Lb)との関係を比較して、第i番目のセラミック成形体8が属する乾燥ブロック130を特定する。

【0086】

そして、このセラミック成形体8の属する乾燥ブロック130を特定できた場合には、S161ステップ～S165ステップのいずれかの処理ステップにおいて、各乾燥ブロック130に存在するセラミック成形体8の数量を表す変数B1～B5のいずれかを積算する。一方、このセラミック成形体8がいずれの乾燥ブロック130にも属していない場合には、B1～B5を積算せずにS130ステップに戻る。

【0087】

本例の制御装置では、上記送入データをRAM内に作製するのと並行して、図5に示すフローチャートに沿って実行する演算を0.2秒毎の制御周期により実施する。そして、乾燥槽10内をセラミック成形体8が搬送されていくにつれて時々刻々と変化する各乾燥ブロック130内のセラミック成形体8の数量を把握し、この数量に応じて、各マイクロ波発生器20の出力B1__OUT～B5__OUTを適切に設定変更する。

【0088】

このようにして、乾燥槽10内に送入されて送出されるまでの間、各セラミック成形体8は、第1乾燥ブロックから第5乾燥ブロックまでの5カ所の乾燥ブロック130を移り変わりがながら、常に、適切な量のマイクロ波を照射される。そして、マイクロ波を照射されたセラミック成形体8は、内部の水分を放出して乾燥し、硬化する。

【0089】

乾燥したセラミック成形体8は、受け台310から取り外されて、上記焼成装置に投入される。そして、焼成されたセラミック成形体8は、さらに、上記端面加工装置により両端面を切り落として、最終製品としてのセラミック成形体8となる。

【0090】

このように、本例のセラミック成形体 8 の乾燥装置 1 によれば、乾燥槽 10 内のセラミック成形体 8 の列に粗密があっても、各マイクロ波発生器 20 の出力値を適切に調整することにより、各セラミック成形体 8 に照射するマイクロ波を略均一にできる。そのため、この乾燥装置 1 により乾燥されたセラミック成形体 8 にあつては、過乾燥や未乾燥を生じるおそれが少ない。

【0091】

したがって、本例の乾燥装置 1 によれば、押出成形されたセラミック成形体 8 の高い精度を維持しながら、乾燥、硬化することができる。そのため、乾燥した後の焼成や端面加工する際においても、その良好な精度をさらに維持して、品質の高いセラミック成形体 8 を製造することができる。

【0092】

なお、本例のマイクロ波の照射出力を変更できるマイクロ波発生器 20 に替えて、固定出力のマイクロ波発生器を適用することもできる。

この場合には、一定周期の ON-OFF サイクルを繰り返すと共に、1 サイクルにおける ON 時間と OFF 時間との比率を変更するデューティー制御を、このマイクロ波発生器に適用するのが良い。デューティー制御によれば、固定出力のマイクロ波発生器であっても、単位時間当たりのマイクロ波照射量を変更することができる。

【0093】

なお、本例では、各マイクロ波発生器 20 によるマイクロ波の照射口 210 を、乾燥槽 10 の上面に配置してある。これに代えて、マイクロ波発生器 20 を、図 6 に示すごとく、乾燥槽 10 の上下に設置すると共に、それぞれのマイクロ波発生器 20 の照射口 210 を、乾燥槽 10 の上面及び底面に配置することも良い。

この場合には、各セラミック成形体 8 に、上方向及び下方向からマイクロ波を照射して、セラミック成形体 8 における各部をさらに均一性高く乾燥することができる。

【0094】

また、図 7 に示すごとく、マイクロ波発生器 10 を、乾燥槽 10 の上下に設置

すると共に、それぞれのマイクロ波発生器 20 に接続された 2 本の導波管 220 における、他方の端部である照射口 210 を、乾燥槽 10 の上面及び底面の両端部近くに配置することも良い。

この場合には、乾燥槽 10 の搬送方向に略直交する略矩形形状を呈する断面形状における、4 カ所の隅部近くからマイクロ波を照射して、セラミック成形体 8 における各部を一層、均一性高く乾燥することができる。

【0095】

また、マイクロ波発生器 20 を、図 8 に示すごとく、乾燥槽 10 の水平方向両側に設置すると共に、それぞれのマイクロ波発生器 20 の照射口 210 を、乾燥槽 10 の両側面に配置することも良い。

この場合には、各セラミック成形体 8 に、水平方向の両側からマイクロ波を照射して、セラミック成形体 8 における各部をさらに均一性高く乾燥することができる。

【0096】

さらにまた、マイクロ波発生器 20 を、図 9 に示すごとく、乾燥槽 10 の水平方向両側に設置すると共に、それぞれのマイクロ波発生器 20 の照射口 210 を、乾燥槽 10 の両側面における上下端部近くに配置することも良い。

この場合には、乾燥槽 10 の搬送方向に略直交する略矩形形状を呈する断面形状における、4 カ所の隅部近くからマイクロ波を照射して、セラミック成形体 8 における各部を一層、均一性高く乾燥することができる。

【0097】

(実施例 2)

本例は、実施例 1 の乾燥槽における、固定配置した乾燥ブロックに代えて、搬送コンベアの搬送に伴って移動する乾燥エリアを設定した例である。

本例では、図 10 に示すごとく、実施例 1 の上記乾燥槽の隔壁に代えて、一部の受け台にマイクロ波を反射する反射板 345 を取り付けした。そして、この反射板 345 により、乾燥槽 10 内に乾燥エリア 340 を形成した。また、受け台に載置するセラミック成形体 8 を、横置きから縦置きに変更してある。

以下、この内容について説明する。

【0098】

本例の乾燥装置 1 においては、少なくとも一部の上記受け台における、搬送方向側の端部に、搬送方向に略直交する略平板形状を呈し、マイクロ波を反射する反射板 345 を取り付けである。

そして、各マイクロ波発生器 20 は、乾燥槽 10 内において隣接する反射板 345 の間に形成された乾燥エリア 340 に存在するセラミック成形体 8 の数量に応じて、出力を変更するよう構成してある。

【0099】

なお、本例の説明においては、受け台のうち、上記反射板 345 を備えた受け台を、第 1 受け台 341 とし、反射板 345 を有していない受け台を、第 2 受け台 342 とした。

また、本例では、図 11 に示すごとく、受け台に載置したセラミック成形体 8 における、搬送方向の断面形状の大きさを含み、かつ、入口開口穴 102 及び出口開口穴 108 とから出し入れできるような大きさで上記反射板 345 を形成してある。

【0100】

実施例 1 における乾燥槽内に固定配置された上記乾燥ブロックとは相違して、本例の乾燥エリア 340 は、搬送コンベア 30 による搬送に伴って移動していく。

そのため、本例では、乾燥エリア 340 と、該乾燥エリア 340 にマイクロ波を供給するマイクロ波発生器 20 との対応関係が、時々刻々変動していく。一方、乾燥エリア 340 内に含まれるセラミック成形体 8 の数量は変動しない。

【0101】

さらに、本例の乾燥槽 10 は、図 10 に示すごとく、セラミック成形体 8 を検知する検知センサ 42 と、反射板 345 を検知する検知センサ 41 とを入口開口穴 102 付近に有している。本例では、セラミック成形体 8 と反射板 345 との高さの違いを利用して、設置高さの異なる 2 組の検知センサ 41、42 を設置した。そして、設置高さが低い検知センサ 42 によりセラミック成形体 8 を検知し、設置高さが高い検知センサ 41 により反射板 345 を検知できるように構成し

た。

【0102】

また、本例の乾燥槽10には、搬送方向における等間隔に5基のマイクロ波発生器20を配設してあり、入口側から第1マイクロ波発生器～第5マイクロ波発生器としてある。本例では、乾燥槽10の搬送方向長さ L_e に対して、乾燥槽10の入口から、それぞれP1、P2、P3、P4、P5の位置に第1マイクロ波発生器から第5マイクロ波発生器の5基のマイクロ波発生器20を配置してある。

【0103】

なお、各マイクロ波発生器20の配置は、必ずしも等間隔である必要はなく、不等間隔であっても良い。乾燥槽10における各マイクロ波発生器20の位置が把握できていれば、後述する制御方法(図12参照)により各マイクロ波発生器20を適切に制御することができる。

本例の乾燥装置1では、隣接する各マイクロ波発生器20の間隔をそれぞれ、Pに設定した。

【0104】

次に、上記のように構成された乾燥装置10により、セラミック成形体8を乾燥する方法について説明する。

未乾燥のセラミック成形体8を、第1受け台341又は第2受け台342に載置して、順次、乾燥槽10内へ送入していく。ここで、上記反射板345を取り付けた第1受け台341は、所定の間隔を空けて送入し、その合間に第2受け台342を随時、送入する。

【0105】

なお、本例では、隣接して搬送される各第1受け台341の反射板345の間隔が、隣接するマイクロ波発生器20の間隔Pに対して、30%～200%の範囲となるようにセラミック成形体8を載置した第1受け台341を送入し、その合間にセラミック成形体8を載置した第2受け台342を随時、送入した。

【0106】

ここで、乾燥槽10の入口側に配置された検知センサ41は、反射板345の

有無を検知して「有り」か「無し」かいずれかの検知信号を出力する。

また、設置高さが低い検知センサ 42 は、セラミック成形体 8 の有無を検知して「有り」か「無し」かの検知信号を出力する。

【0107】

一方、図示しない制御装置は、反射板 345 を検知する検知センサ 41 から「有り」の検知信号を入力すると同時に、そのときの時刻を、乾燥エリア 340 の先頭を表すエリア開始時刻として RAM に格納する。

また、制御装置は、検知センサ 42 がセラミック成形体 8 を検出した回数、すなわち、検知センサ 42 を通過したセラミック成形体 8 の個数を積算して、この個数をエリア内個数 S_i とする。

【0108】

そして、検知センサ 41 が、新たに反射板 345 を検知したとき、そのときの時刻を、乾燥エリア 340 の最後尾を表すエリア終了時刻として、上記エリア内個数 S_i と共に上記エリア開始時刻と関連づけて RAM に格納する。

なお、ここで、このエリア終了時刻は、次の乾燥エリア 340 の先頭を表すエリア開始時刻でもある。

【0109】

このようにして、制御装置は、セラミック成形体 8 が搬送されてくるのに対応して、各乾燥エリア 340 に関する個別情報を RAM に順次、記憶させていき、一連のエリアデータを作製する。

エリアデータにおける上記個別情報としては、この乾燥エリア 340 の先頭が乾燥槽 10 内に送入された時刻であるエリア開始時刻と、この乾燥エリア 340 内のセラミック成形体 8 の数量を表すエリア内個数 S_i と、この乾燥エリア 340 の最後尾が乾燥槽 10 内に送入された時刻であるエリア終了時刻とが、相互に関連づけられている。

【0110】

さらに、制御装置は、エリアデータに基づいて各マイクロ波発生器 20 の出力値を算出し、その出力値に基づいて各マイクロ波発生器 20 を運転する。

ここで、制御装置は、搬送コンベア 30 による搬送速度 (m/秒) を基にして

上記エリアデータのエリア開始時刻とエリア終了時刻とを処理する。そして、現在時刻における、乾燥槽 10 内の乾燥エリア 340 の先頭及び最後尾の位置を計算すると共に、各乾燥エリア 340 にマイクロ波を供給するマイクロ波発生器 20 を特定する。

【0111】

さらに、制御装置は、I/O を介して、各乾燥エリア 340 にマイクロ波を供給するマイクロ波発生器 20 に、その乾燥エリア 340 内のセラミック成形体 8 の数量を表すエリア数量に比例した出力値を送信する。そして、各マイクロ波発生器 20 は、その出力値に設定されて、各乾燥エリア 340 に所定量のマイクロ波を供給する。

【0112】

本例では、図 12 に示すフローチャートに基づいて、上記のごとく、エリアデータに基づいて各マイクロ波発生器 20 を制御する。ここで、この処理内容について説明する。

まず、S210 ステップでは、搬送コンベア 30 の搬送速度 v (m/秒) がゼロであるか否かを判断し、搬送コンベア 30 が停止状態にあれば、S215 ステップにおいて、各マイクロ波発生器 20 の出力である M1__OUT~M5__OUT をゼロに設定してプログラムを終了する。

【0113】

一方、搬送コンベア 30 が動作している場合には、S220 ステップに移行する。ここでは、第 1 マイクロ波発生器~第 5 マイクロ波発生器がマイクロ波を供給する各乾燥エリア 340 内における、各マイクロ波発生器 20 当たりのセラミック成形体 8 の数量を表す変数である M1~M5 をゼロクリアする。また、乾燥エリア 10 の計数カウンターである変数 i をゼロにリセットする。

【0114】

S230 ステップでは、カウントアップした変数 i と、乾燥槽 10 の第 1 受け台 341 の最大収容数である定数 SUM とを比較する。そして、変数 i が定数 SUM を超えるまで、S240 ステップから始まる一連の計算処理を繰り返し実行して、M1~M5 を計算する。

【0115】

一方、変数 i が定数 SUM を超えた場合には、 $S235$ ステップに移行する。 $S235$ ステップでは、各マイクロ波発生器 20 当たりのセラミック成形体の数量を表す変数 $M1 \sim M5$ に応じて、第 1 マイクロ波発生器～第 5 マイクロ波発生器の出力値を $M1_OUT \sim M5_OUT$ に設定する。

本例では、実施例 1 と同様に、変数 $M1 \sim M5$ に定数 K を乗じて各マイクロ波発生器 20 の出力値 $M1_OUT \sim M5_OUT$ を算出する。

【0116】

$S240$ ステップでは、上記のエリアデータについて、現時点の時刻 T_{now} (秒) から遡ること第 i 番目に送入された乾燥エリア 340 の上記個別情報を参照する。まず、この個別情報のうち、乾燥エリア 340 の先頭が乾燥槽に送入された時刻 T_{i_s} (秒) と、乾燥エリア 340 の最後尾が乾燥槽に送入された時刻 T_{i_e} (秒) を読みとる。

【0117】

そして、時刻 T_{now} と T_{i_s} との差分に、搬送コンベア 30 の搬送速度 v (m/秒) を乗じて、第 i 番目の乾燥エリア 340 について、乾燥槽 10 における先頭の位置 R_i (m) を計算する。また、時刻 T_{now} と T_{i_e} との差分に、搬送コンベア 30 の搬送速度 v (m/秒) を乗じて、第 i 番目の乾燥エリア 340 について、乾燥槽 10 における最後尾の位置 K_i (m) を計算する。

【0118】

さらに、 $S250$ ステップでは、計算された R_i 、 K_i に基づいて、第 i 番目の乾燥エリア 340 が、表 1 に示すマトリクスチャートのいずれの状態に属しているか、あるいは、いずれにも属さないかを判断する。なお、同表における、各列としては、乾燥エリア 340 の先頭位置 R_i を示し、各行としては、乾燥エリア 340 の最後尾位置 K_i を示してある。

【0119】

【表 1】

(表1)

	$0 \leq Ri < P1$	$P1 \leq Ri < P2$	$P2 \leq Ri < P3$	$P3 \leq Ri < P4$	$P4 \leq Ri < P5$	$P5 \leq Ri < Le$
$0 \leq Ki < P1$	—					
$P1 \leq Ki < P2$	$M1=Si$	—				
$P2 \leq Ki < P3$	$M1, M2=Si/2$	$M2=Si$	—			
$P3 \leq Ki < P4$	$M1 \sim M3=Si/3$	$M2, M3=Si/2$	$M3=Si$	—		
$P4 \leq Ki < P5$	$M1 \sim M4=Si/4$	$M2 \sim M4=Si/3$	$M3, M4=Si/2$	$M4=Si$	—	
$P5 \leq Ki < Le$	$M1 \sim M5=Si/5$	$M2 \sim M5=Si/4$	$M3 \sim M5=Si/3$	$M4, M5=Si/2$	$M5=Si$	—

【0120】

ここで、同表のマトリックスチャートにおける斜線は、乾燥エリア340の先頭の位置 R_i に対して、最後尾の位置 K_i が先行しているという「有り得ない」状態を示している。また、マトリックスチャートにおける横線は、第 i 番目の乾燥エリア340が、隣接するマイクロ波発生器20の中間に位置し、いずれのマイ

クロ波発生器 20 からマイクロ波を供給されない状態を表している。

【0121】

そして、S260 ステップでは、このマトリクスチャートにしたがって、第1マイクロ波発生器から第5マイクロ波発生器、それぞれ1基当たりのセラミック成形体8の数量であるM1～M5の算出を試みる。ここでは、第i番目の乾燥エリア340が、マトリクスチャートにおける、いずれかの状態に属する場合には、その状態における計算式にしたがってM1～M5を計算する。また、第i番目の乾燥エリア340が、マトリクスチャートにおける、いずれの状態にも属さない場合には、M1～M5のいずれの計算も実施しない。

【0122】

例えば、上記のS250ステップにおいて、第i番目の乾燥エリア340が、マトリクスチャートにおける点線で囲った状態に属すると判断されたとする。この状態は、すなわち、乾燥エリア340の先頭Riが第1マイクロ波発生器と第2マイクロ波発生器との間に位置し、最後尾Kiが第3マイクロ波発生器と第4マイクロ波発生器との間に位置した状態である。

【0123】

そして、この状態では、第2マイクロ波発生器と第3マイクロ波発生器とが同時に、第i番目の乾燥エリア340に対してマイクロ波を供給する。ここで、この乾燥エリア340に存在するセラミック成形体8の数量Siを、例えば4個とすると、上記のS260ステップにおいては、第2マイクロ波発生器当たりの数量M2及び第3マイクロ波発生器当たりの数量M3は、次のように計算できる。

すなわち、この乾燥エリア340内のセラミック成形体8の数量である4個を、この乾燥エリア340に対応するマイクロ波発生器20の台数である2台により除して、2個/台として計算する。

【0124】

本例の制御装置では、上記エリアデータを作製するのと並行して、そのエリアデータを参照して各マイクロ波発生器20を所定の出力値で運転するまでの一連の動作を0.2秒毎の制御周期により実行する。

そして、搬送コンベア30によする搬送動作に伴って時々刻々と変化する、マ

マイクロ波発生器 20 と乾燥エリア 340 との対応関係を特定したうえ、各マイクロ波発生器 20 の出力を随時、設定変更する。

【0125】

このように、本例のセラミック成形体 8 の乾燥装置 1 によれば、乾燥槽 10 内において、各セラミック成形体 8 に対して、マイクロ波を略均一に照射することができる。乾燥槽 10 内のセラミック成形体 8 の列に粗密があっても、各マイクロ波発生器 20 の出力値を適切に調整することにより、各セラミック成形体 8 にマイクロ波を均一に近く照射できる。そのため、過乾燥や未乾燥のセラミック成形体 8 を生じるおそれが少ない。

【0126】

なお、その他の構成及び作用効果については実施例 1 と同様である。

また、本例では、セラミック成形体 8 を載置した第 1 受け台 341 を所定の間隔を空けて乾燥槽 10 に送入したが、ランダムに送入することもできる。本例のフローチャート（図 12 参照）及びマトリックスチャート（表）に基づく制御仕様によれば、セラミック成形体 8 の多様な送入パターンに幅広く対応できる。

【0127】

（実施例 3）

本例は、実施例 1 の乾燥装置におけるマイクロ波の照射範囲を制限する隔壁に代えて、乾燥槽の内壁に電波吸収体を配設した例である。

本例の乾燥装置 1 では、図 13 に示すごとく、乾燥槽 10 の内壁に電波吸収体 440 を貼付してある。そして、この電波吸収体 440 により、1 基のマイクロ波発生器 20 によるマイクロ波の照射範囲を制限してある。

【0128】

すなわち、内壁に電波吸収体 440 を貼付した乾燥槽 10 によれば、乾燥槽 10 内に供給されたマイクロ波が、反射を繰り返して遠方に到達するおそれが少ない。この乾燥槽 10 によれば、図 12 に示すごとく、マイクロ波発生器から発射された直接波であるマイクロ波により、各セラミック成形体 8 を乾燥することができる。

【0129】

本例では、各マイクロ波発生器 20 による照射範囲が、マイクロ波発生器 20 の位置を中心として、 $-L a (m) \sim L a (m)$ までの範囲となるように、各マイクロ波発生器 20 の設置高さと、マイクロ波の照射角度とを設定してある。

そして、この設定は、各マイクロ波発生器 20 を中心とした $-L a (m) \sim L a (m)$ までの範囲に、実施例 1 における上記乾燥ブロックを固定配置してあるのとはほぼ等価である。

【0130】

そこで、本例では、実施例 1 とほぼ同様の方法により、各マイクロ波発生器 20 を制御した。すなわち、各マイクロ波発生器 20 を中心として、 $-L a (m) \sim L a (m)$ までの範囲に存在するセラミック成形体 8 の数量に応じて、各マイクロ波発生器 20 によるマイクロ波の照射出力を制御した。

【0131】

このように、本例の乾燥装置 1 によれば、実施例 1 の上記乾燥装置と同様、乾燥槽 10 内を搬送される各セラミック成形体 8 に、マイクロ波を均一に近く照射して、均一性高く乾燥することができる。

なお、その他の構成及び作用効果については実施例 1 と同様である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

実施例 1 における、セラミック成形体の製造装置を示す説明図。

【図 2】

実施例 1 における、セラミック成形体の乾燥装置を示す断面図。

【図 3】

実施例 1 における、セラミック成形体の押出成形機を示す断面図。

【図 4】

実施例 1 における、セラミック成形体を示す斜視図。

【図 5】

実施例 1 における、各マイクロ波発生器の出力値を計算する手順を示すフロー図。

【図 6】

実施例 1 における, その他の乾燥槽におけるマイクロ波の照射口の配置を示す, 搬送方向に略直交する方向の断面図。

【図 7】

実施例 1 における, その他の乾燥槽におけるマイクロ波の照射口の配置を示す, 搬送方向に略直交する方向の断面図。

【図 8】

実施例 1 における, その他の乾燥槽におけるマイクロ波の照射口の配置を示す, 搬送方向に略直交する方向の断面図。

【図 9】

実施例 1 における, その他の乾燥槽におけるマイクロ波の照射口の配置を示す, 搬送方向に略直交する方向の断面図。

【図 10】

実施例 2 における, セラミック成形体の乾燥装置を示す断面図。

【図 11】

実施例 2 における, セラミック成形体の乾燥装置を示す, 図 10 における A-A 線矢視断面図。

【図 12】

実施例 2 における, 各マイクロ波発生器の出力値を計算する手順を示すフロー図。

【図 13】

実施例 3 における, セラミック成形体の乾燥装置を示す断面図。

【符号の説明】

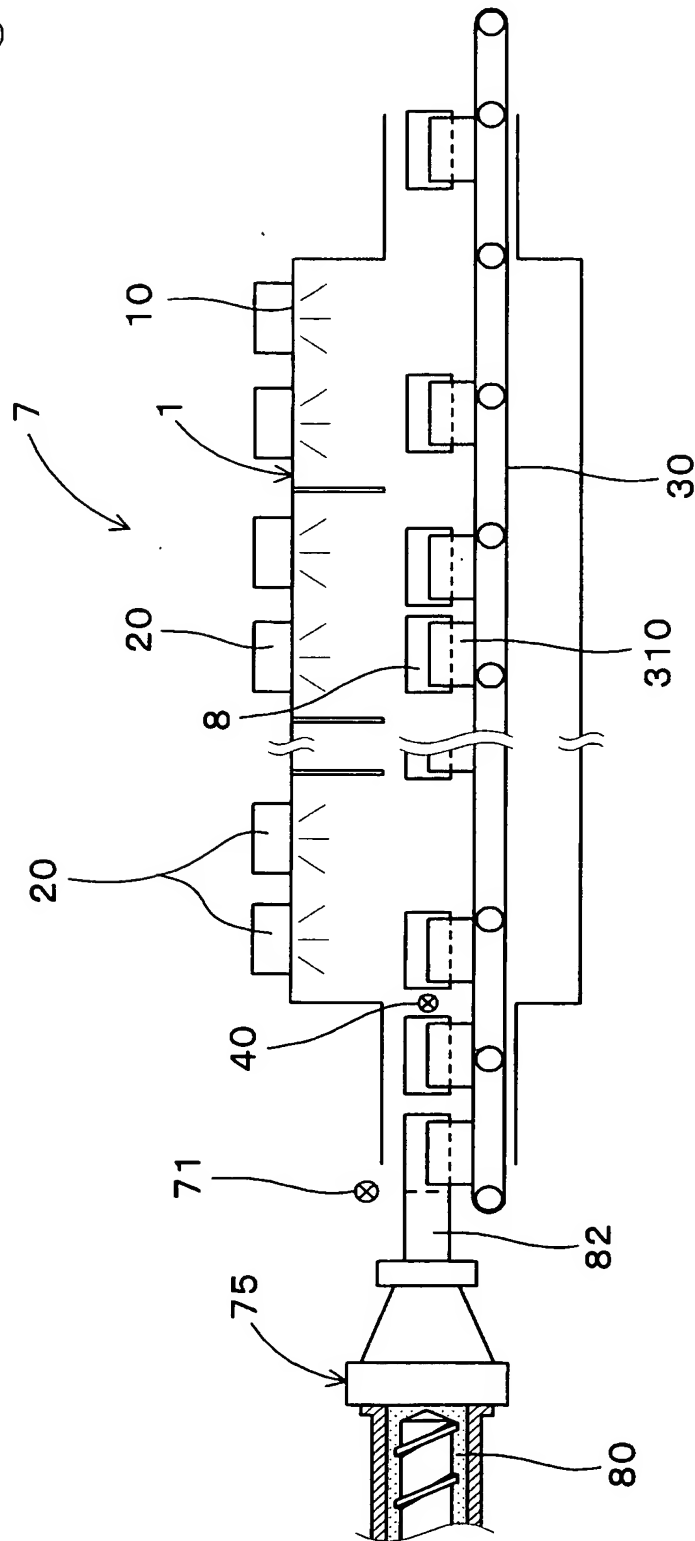
- 1 . . . 乾燥装置,
- 10 . . . 乾燥槽,
- 102 . . . 入口開口穴,
- 108 . . . 出口開口穴,
- 110 . . . 隔壁,
- 130 . . . 乾燥ブロック,
- 20 . . . マイクロ波発生器,

2 1 0 . . . 照射口,
3 0 . . . 搬送コンベア,
3 1 0 . . . 受け台,
3 4 0 . . . 乾燥エリア,
3 4 1 . . . 第 1 受け台,
3 4 2 . . . 第 2 受け台,
4 0 , 4 1 , 4 2 . . . 検知センサ,
4 4 0 . . . 電波吸収体,
7 5 . . . 押出成形機,
8 . . . セラミック成形体,
8 0 . . . セラミック材料,
8 2 . . . 棒状セラミック成形体,

【書類名】 図面

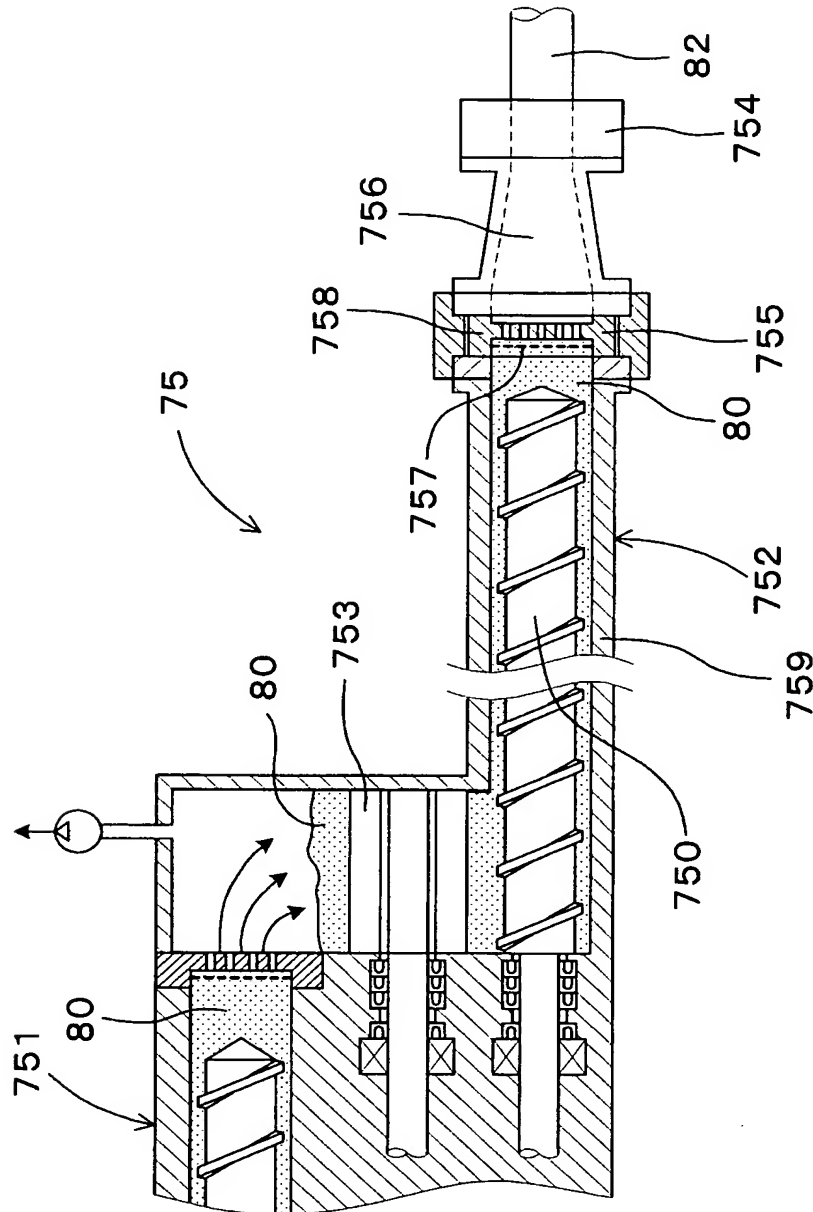
【図 1】

(図 1)



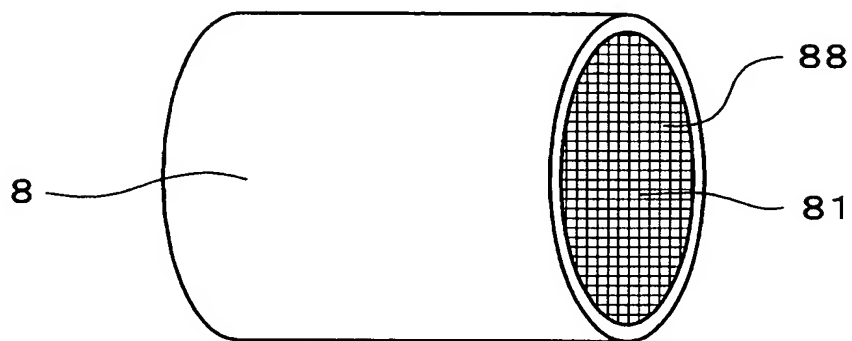
【図 3】

(図 3)



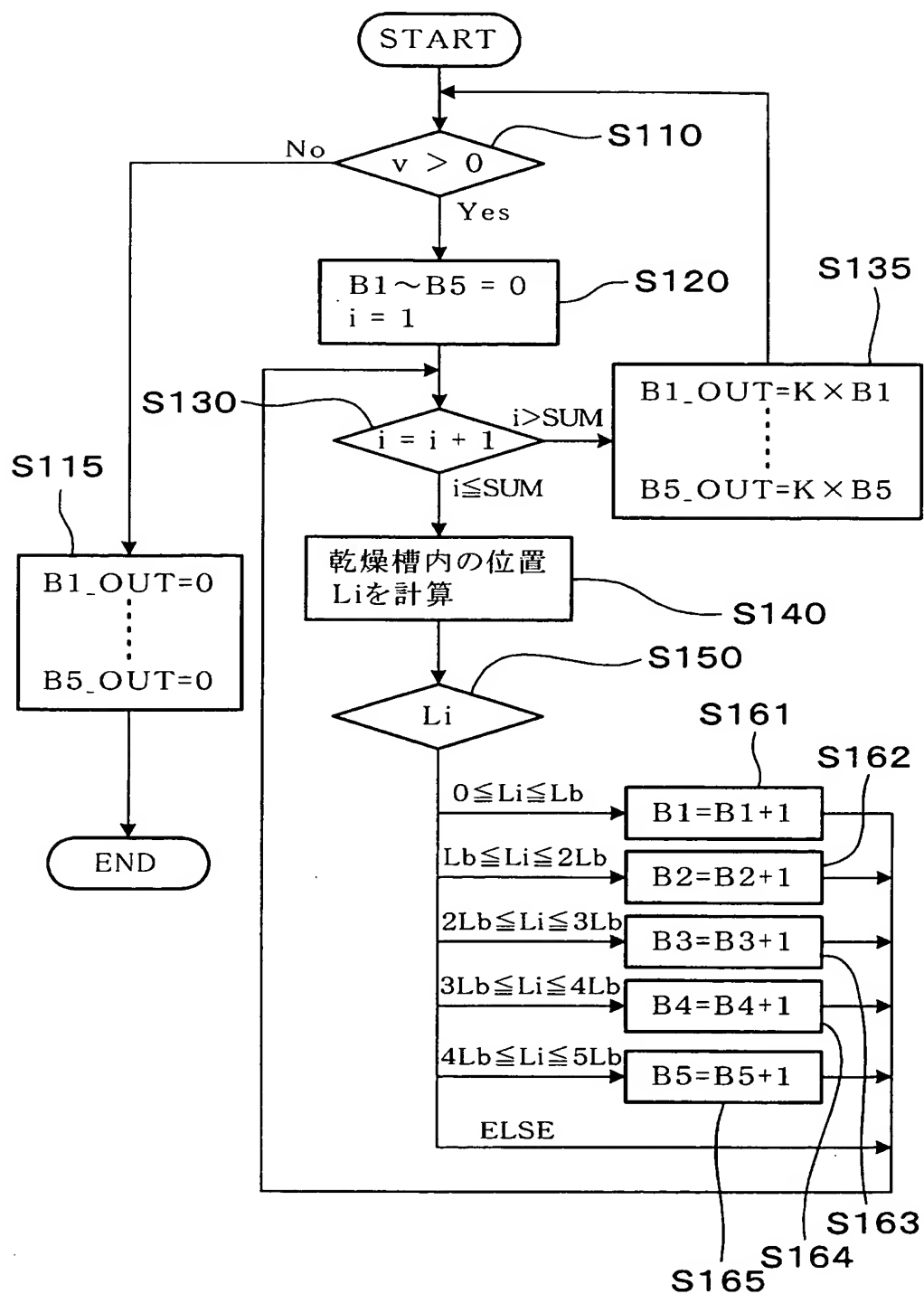
【図 4】

(図 4)



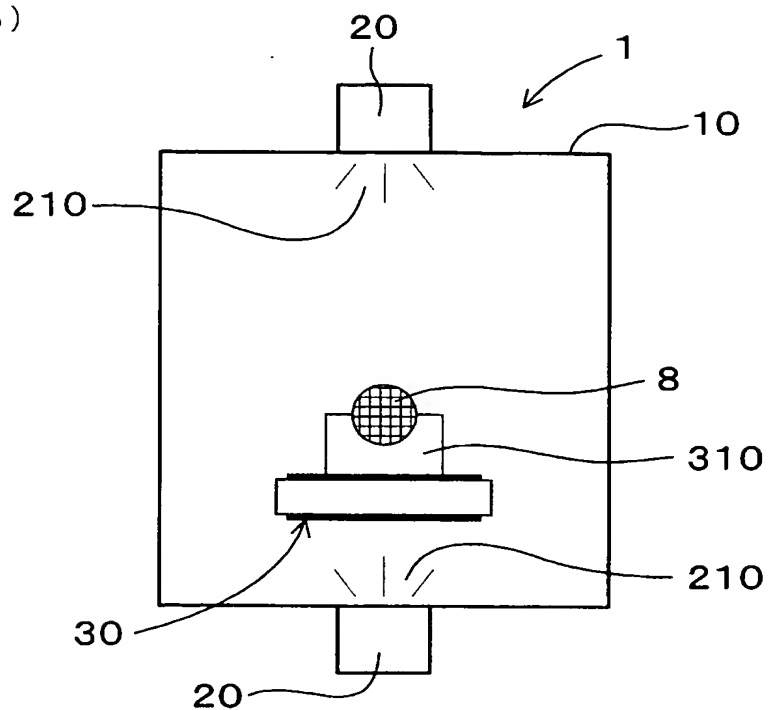
【図5】

(図5)



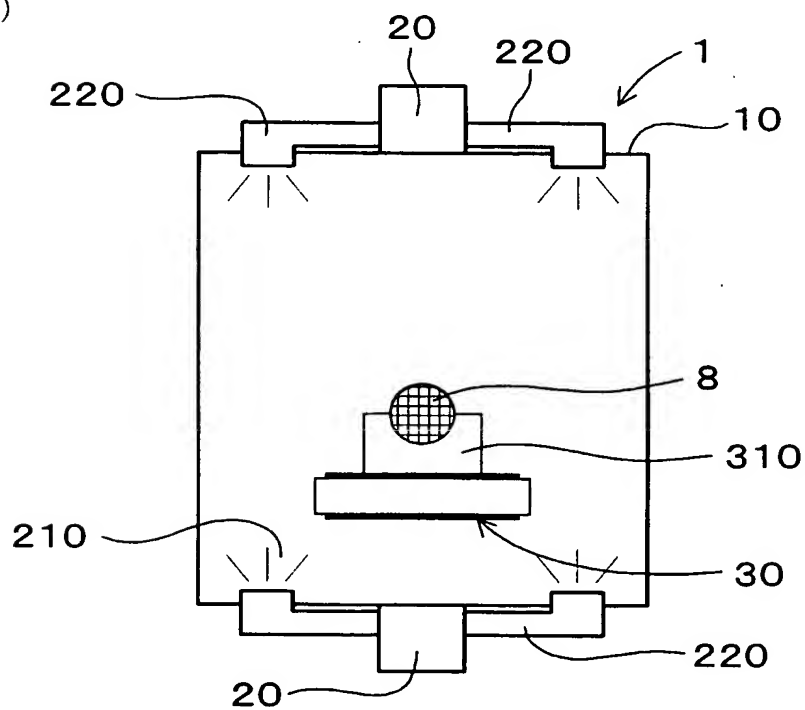
【図 6】

(図 6)



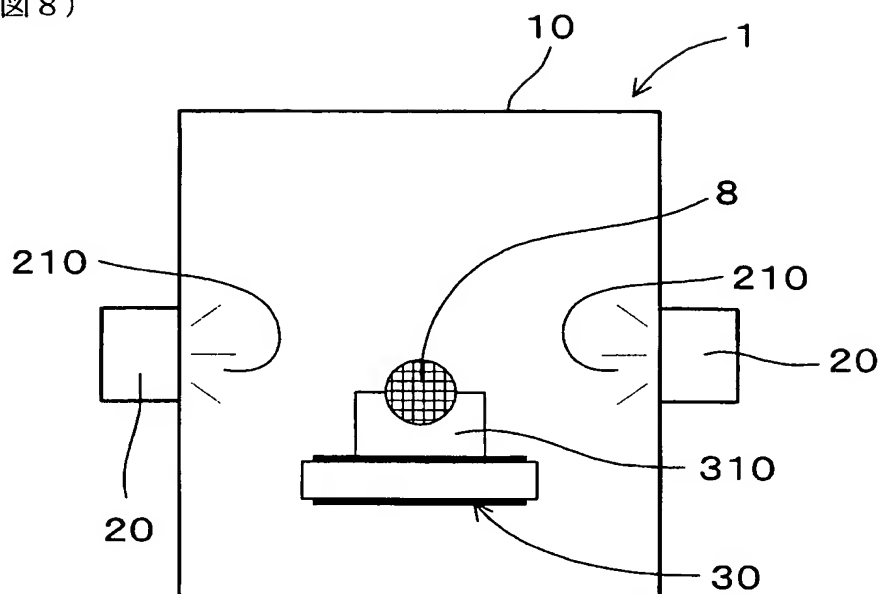
【図 7】

(図 7)



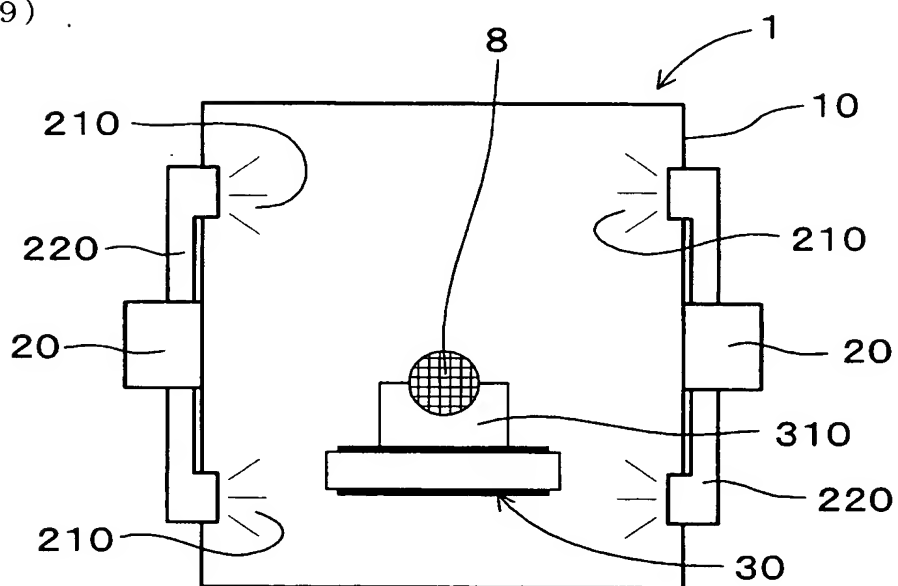
【図 8】

(図 8)



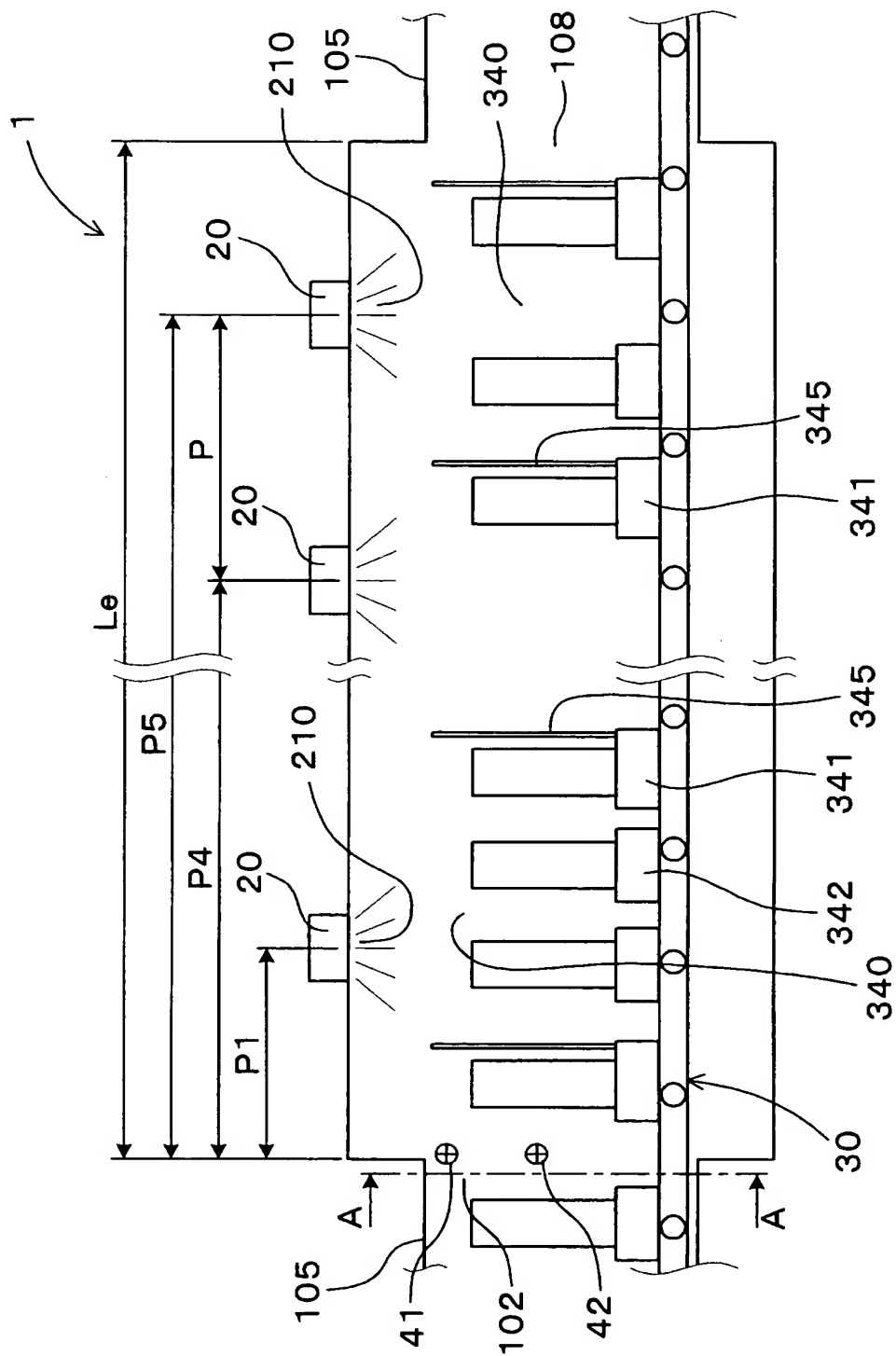
【図 9】

(図 9)



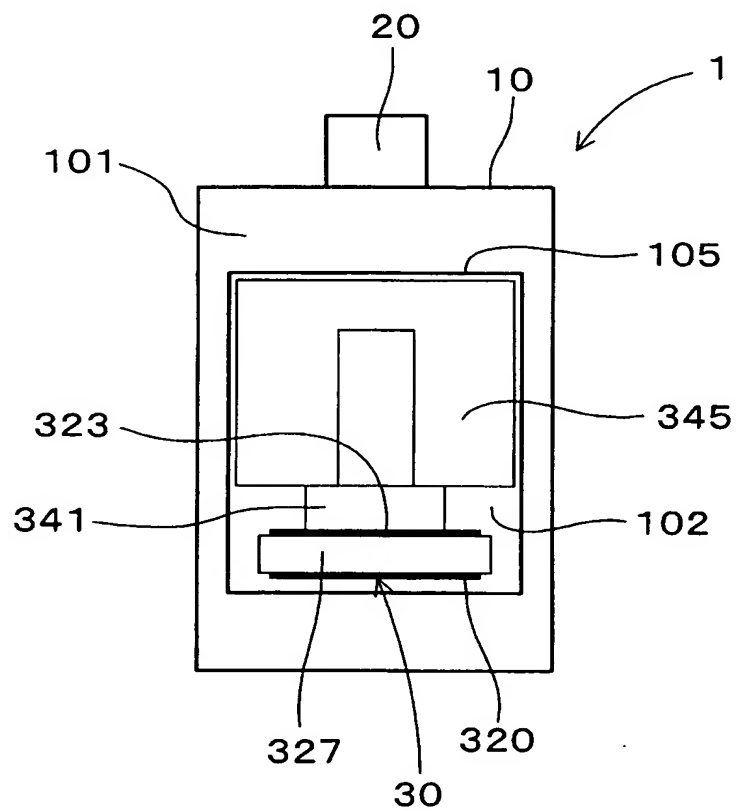
【図 10】

(図 10)



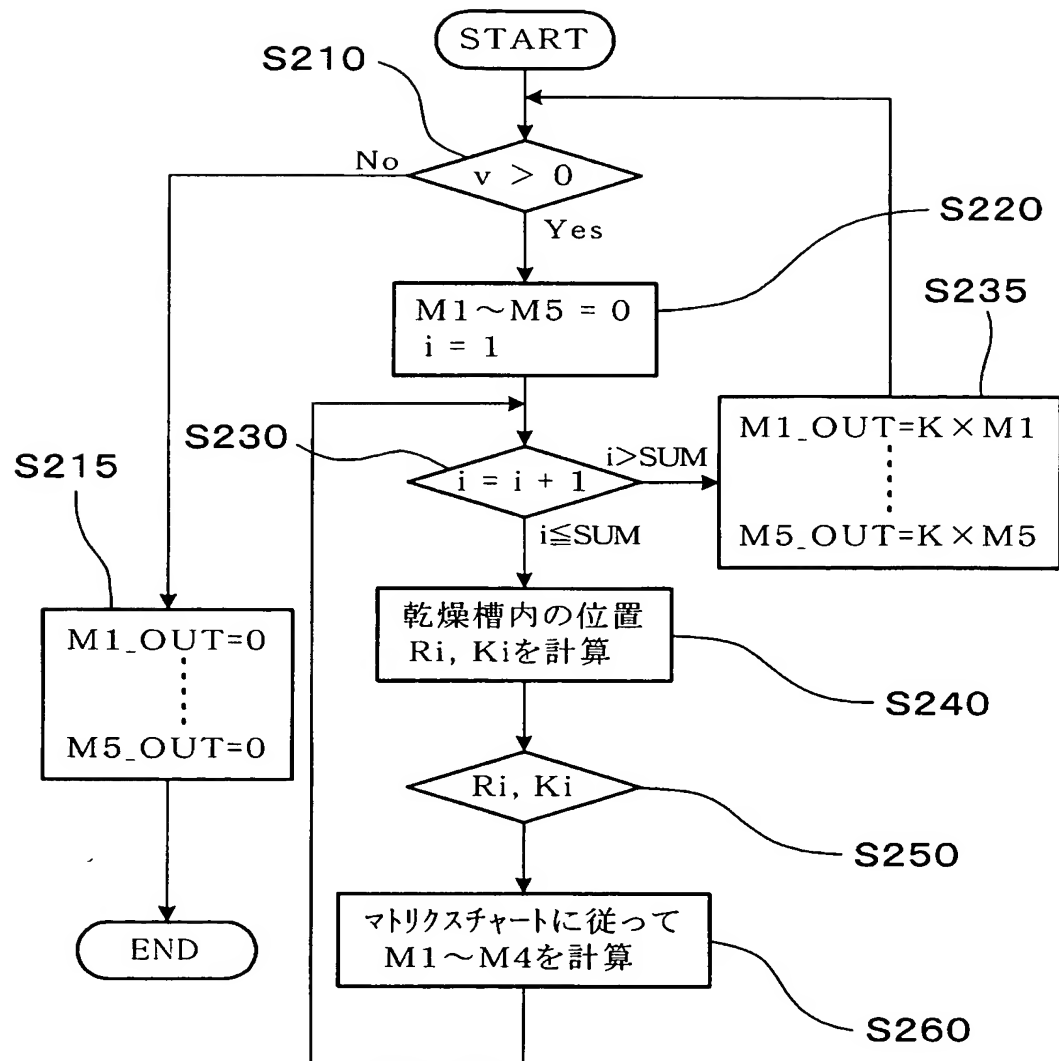
【図 11】

(図 11)



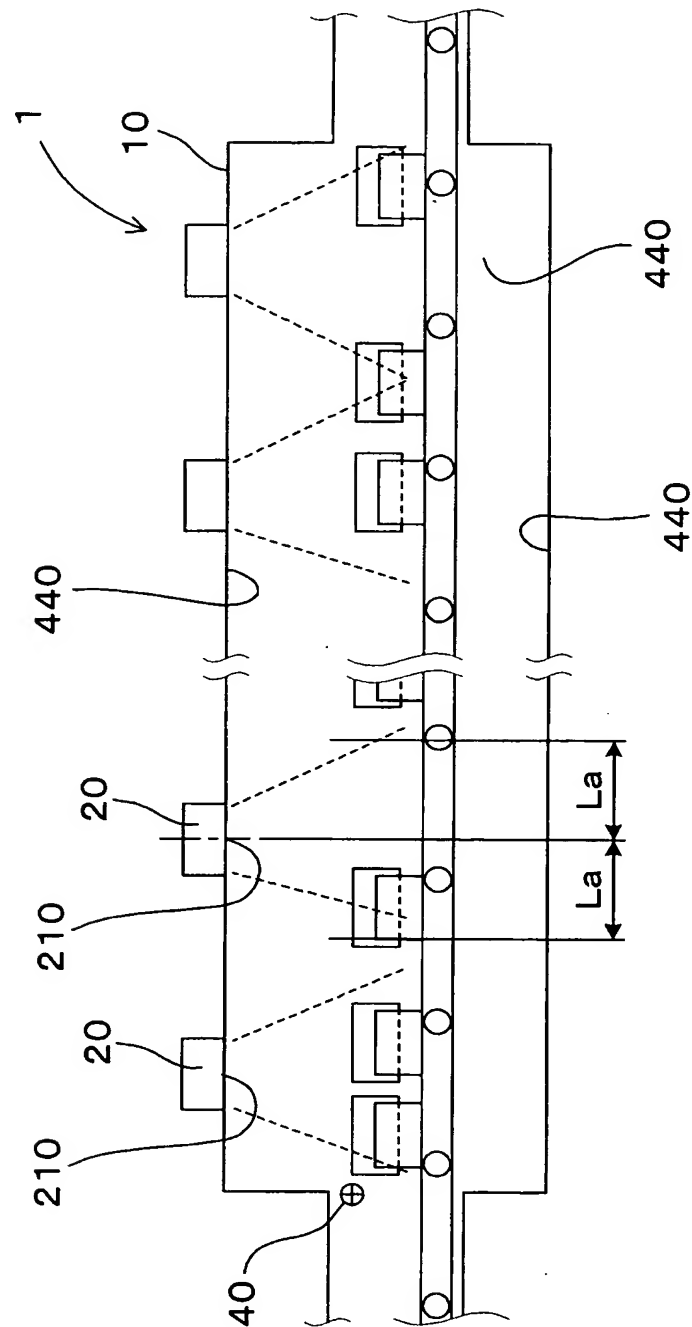
【図 12】

(図 12)



【図 13】

(図 13)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 乾燥槽に送入されて、乾燥槽内を搬送される各セラミック成形体にマイクロ波を均一に照射して、歪みの少ない良好な品質を維持しながらセラミック成形体を乾燥する乾燥方法及び乾燥装置を提供すること。

【解決手段】 セラミック成形体 8 を収容する乾燥槽 10 と、マイクロ波を乾燥槽内に供給するマイクロ波発生器 20 と、セラミック成形体 8 を連続的に乾燥槽 10 に送入し、乾燥槽 10 内を搬送して送出する搬送コンベア 30 とを有する乾燥装置 1 である。そして、乾燥槽 10 には、搬送コンベア 30 の搬送方向に複数のマイクロ波発生器 20 と、乾燥槽 10 内におけるセラミック成形体 8 の分布を検知する検知センサ 40 とを配設してある。各マイクロ波発生器 20 は、検知センサ 40 によって検知されたセラミック成形体 8 の分布に応じて、各マイクロ波発生器 20 の出力を変更するよう構成してある。

【選択図】 図 2

特願 2 0 0 2 - 3 3 5 5 5 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 2 6 0]

1 . 変更年月日

1 9 9 6 年 1 0 月 8 日

[変更理由]

名称変更

住 所

愛知県刈谷市昭和町 1 丁目 1 番地

氏 名

株式会社デンソー

特願 2 0 0 2 - 3 3 5 5 5 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 1 1 4 0 3 1]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

埼玉県新座市野火止 4 丁目 1 8 番 3 号

氏 名

ミクロ電子株式会社